

V-205 高ビーライト系セメントを用いた低発熱高流動コンクリートの基礎構造物への適用

トクヤマ セメント・建材研究所 正会員 加藤弘義
同 同 武居俊二
同 同 佃 美伸
同 同 吉岡一弘

1. はじめに

高ビーライト系セメントは、水和による発熱を抑制するためビーライトの含有量を多くしたセメントであり、マスコンクリートの温度ひびわれ抑制対策としての使用実績が増えつつある。また、高ビーライト系セメントは低水セメント比での流動性に優れていることから、高流動コンクリート用セメントとしても注目されている。一方、マスコンクリート構造物を対象とした低発熱高流動コンクリートが開発され、橋りょう基礎構造物等の施工へ適用されている¹⁾。本報告は、高ビーライト系セメントを使用した低発熱高流動コンクリートの施工実験を行い、マスコンクリート構造物への適用性について検討したものである。

2. 実験概要

2.1 施工の概要

対象とした構造物は、セメント粉砕設備の基礎部の1部である。概要および計測器の設置位置を図-1に示す。コンクリートの製造は生コン工場で行い、打設はポンプ車（ $100\text{m}^3/\text{h}$ 、管径5B）のブームにより行った。

2.2 使用材料

セメントは、高ビーライト系セメント（比重3.22、 C_2S 量62%、比表面積 $3310\text{cm}^2/\text{g}$ ）を使用した。混和材として石灰石粉末（比重2.71、比表面積 $5500\text{cm}^2/\text{g}$ ）を、混和剤としてポリカルボン酸系高性能AE減水剤（NMB社製）を使用した。

2.3 コンクリートの配合

コンクリートの配合を表-1に示す。温度応力解析および流動性、材料分離抵抗性等に関する室内および実機試験結果より、単位セメント量を $400\text{kg}/\text{m}^3$ 、石灰石粉末（LS）を $100\text{kg}/\text{m}^3$ 、粗骨材のかさ容積を $0.50\text{m}^3/\text{m}^3$ とした。なお、温度応力解析には表-2に示す断熱温度上昇試験結果を使用した。

表-1 コンクリートの配合

設計基準強度 (MPa)	G max (mm)	スランプフロー (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	S/a (%)	単位量 (kg/m^3)					
						W	C	LS	S	G	SP
21	20	60 ± 5	4.5 ± 1.5	41.3	52.6	165	400	100	848	821	8.00

2.4 測定項目

フレッシュコンクリートの性状としてスランプフロー、空気量、50cmフロー速度、Oロート流下時間（流出口径75mm）を測定し、90分までの経時変化およびポンプ圧送前後の性状の変化について検討した。また、ブリージングおよび凝結試験を行った。硬化コンクリートの性状として圧縮強度および割裂引張強度を測定した。養生方法は、標準水中養生および発泡スチロールを用いた簡易断熱養生とした。構造物については、熱電対によるコンクリート温度の計測、コンクリート有効応力計による温度応力の測定を行った。

3. 測定結果

3.1 コンクリートの各種性状

スランプフローおよびOロート流下時間の経時変化を図-2に示す。スランプフローは30分まではほとんど変化なく、60分まで目標の範囲内にあり、60分以降はフローの低下がやや大きくなった。Oロート流下時間は時間の経過とともに長くなり、60分以降は流下時間の増加が大きくなった。60分までのフレッシュ性状の

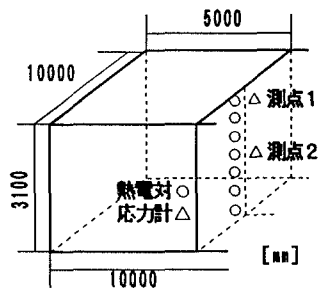


図-1 構造物の概要

表-2 断熱温度上昇試験結果

温度上昇量 ($^{\circ}\text{C}$)	$T=K(1-\exp(-t\alpha))$	
	K	α
49.4	49.0	0.482

変化は比較的小さく、施工に必要な流動性を確保できた。ブリージングおよび凝結試験結果を表-3に示す。ブリージングはほとんど認められず、凝結時間も一般のコンクリートと同程度の結果となった。高ビーライト系セメントを使用したコンクリートは、他のセメントを使用した場合に比べ所定の流動性を得るために必要な混和剤の使用量が少ないため、混和剤がブリージングおよび凝結性状に及ぼす影響も少ないものと思われる。

ポンプ圧送によるフレッシュ性状の変化を表-4に示す。圧送によりスランプフローが低下したが、フロー速度は大きくなり、Oロート流下時間が短くなった。ポンプ圧送によりコンクリートの流動性が若干低下し、同時に粘性も低下したものと考えられる。しかしながら、圧送後のコンクリートにおいても材料分離は認められなかった。

各養生条件における圧縮強度を図-3に示す。簡易断熱養生の場合、標準水中養生に比べて材齢初期から高い強度発現性を示しており、材齢7日までは約50%高い強度となった。また、長期材齢においても良好な強度増進を示した。高ビーライト系セメントは断熱養生下においても長期にわたる強度増進がみられ、マスコンクリート用のセメントとして適していると思われる。

3.2 構造物の温度および応力測定結果

構造物の温度測定結果およびFEM解析結果を図-4に示す。測点1は表面から100mmの点、測点2は中心部を表す。測点2の最高温度は68.9℃となり、温度上昇量は44.0℃であった。

コンクリート応力の測定結果およびCL法による解析結果を図-5に示す。コンクリートの引張強度も同時に示した。構造物に発生した最大引張応力は材齢4日の1.06MPaであり、解析による最大引張応力より若干低めの値となった。また、引張強度はいずれの材齢においても引張応力より高い値となった。解析による最小ひび割れ指数は1.35であったが、測定の結果もほぼ同等となった。

4. まとめ

コンクリートの各種性状、実構造物の

温度および応力測定結果より、高ビーライト系セメントを使用した低発熱高流動コンクリートのマスコンクリート構造物の施工への適用性が確認された。

〔参考文献〕1) 古屋等、土木学会論文集、No.466 V-19 pp.51~60、1993年5月

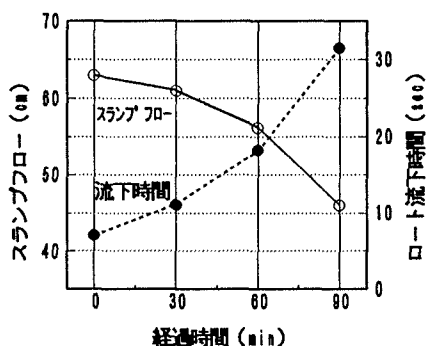


図-2 フレッシュ性状の経時変化

表-3 ブリージングおよび凝結結果

ブリージング率 (%)	凝結 (h : m)	
	始発	終結
0.50	8 : 20	11 : 00

表-4 圧送前後のフレッシュ性状

	スランプ フロー (cm)	フロー 速度 (cm/s)	流下 時間 (sec)
圧送前	63.0	2.8	10.2
圧送後	58.0	3.7	7.3

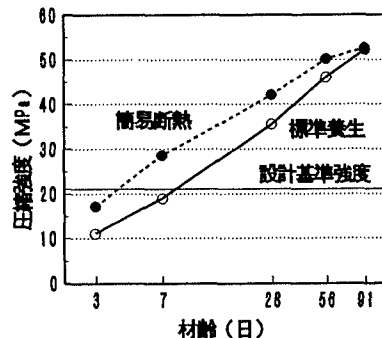


図-3 材齢と圧縮強度の関係

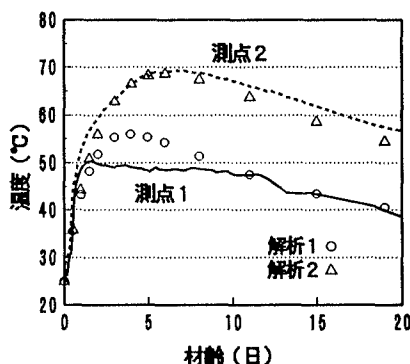


図-4 温度測定および解析結果

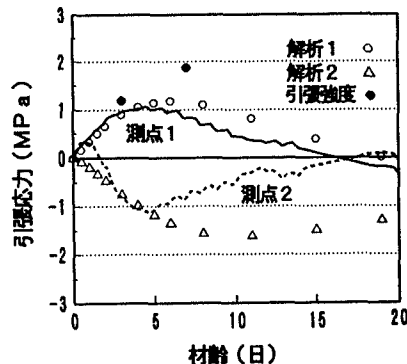


図-5 応力測定および解析結果